

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě :.....

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Jakub Sztwiertnia

Adresa trvalého pobytu autora práce: Karviná Ráj, U Lesa 771/24

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Sztwiertnia, J. Úprava dávkování sádrovce využitím pásových dopravníků. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2011, 47 s. Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Kryštof.

Diplomová práce se zabývá rekonstrukcí dopravní trasy energosádrovce ve Firmě Cemex Dětmárovice. V úvodu práce jsou popsány základní části pásové dopravy. V jádru práce je vybrána vhodná varianta řešení pro danou situaci. Doprava bude řešena jako úklonná-nadúrovňová. Materiál bude nakládán nakladačem do násypky, pásovou dopravou dopraven do haly a dávkován pomocí tenzometrické pásové váhy na dopravní trasu směřující do mlýna cementárny.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

Sztwiertnia, J. Dosage Adjustment of Gypsum Using Conveyor Belts. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2011, 47 p. Thesis head: Ing Jaroslav Kryštof.

This thesis deals with the reconstruction of transport routes gypsum in the company Cemex Dětmárovice. The introduction describes the basic parts of conveyor. At the core of this work is to choose an appropriate alternative solution for situation. Transportation will be addressed as inclined, snow protection screens. Transportation will be solved as inclined transport. The material will be loaded into the hopper loader, belt conveyors transported to the hall and dosaged by the help of tensometric conveyor scale on the transport route to the cement mill.

Seznam použitých označení

| | | |
|---------------|--|-----------------------|
| Ψ_{dyn} | Dynamický sypný úhel | [°] |
| ρ_s | Sypná hmotnost | [kg·m ⁻³] |
| ε | Úhel sklonu dopravníku | [°] |
| L | Dopravní vzdálenost | [m] |
| v | Rychlost pásu | [m·s ⁻¹] |
| S_p | Požadovaný průřez náplně pásu | [m ²] |
| Q | Dopravní množství | [t·h ⁻¹] |
| k_φ | Součinitel plnění pásu | [-] |
| B | Šířka pásu | [m] |
| m_p | Měrná hmotnost dopravního pásu | [kg·m ⁻¹] |
| d_h | Průměr horního válečku | [mm] |
| d_d | Průměr dolního válečku | [mm] |
| m_{vh} | Hmotnost rot. částí 1 válečku horní větve | [kg] |
| m_{vs} | Hmotnost rot. částí 1 válečku spodní větve | [kg] |
| n_{vh} | Počet válečků horní větve | [ks] |
| n_{vd} | Počet válečků dolní větve | [ks] |
| t_1 | Rozteč podpěr horní větve | [m] |
| t_2 | Rozteč podpěr dolní větve | [m] |
| L_1 | Délka spodního válečku | [m] |
| L_3 | Délka středního válečku | [m] |
| λ_v | Úhel sklonu bočního válečku | [°] |

| | | |
|----------|--|---------------------|
| S | Průřez náplně pásu | $[m^2]$ |
| L_0 | Přídavná délka | $[m]$ |
| w | Měrný pohybový odpor dopravníku | $[-]$ |
| g | Tíhové zrychlení | $[m \cdot s^{-2}]$ |
| q | Měrná hmotnost dopravního pásu | $[kg \cdot m^{-1}]$ |
| m_v | Měrná hmotnost rotujících částí válečků | $[kg \cdot m^{-1}]$ |
| C | Součinitel vnějšího odporu | $[-]$ |
| f | Globální součinitel pro dovrchní dopravu | $[-]$ |
| F | Obvodová síla na poháněcím bubnu | $[N]$ |
| F_1 | Síla potřebná pro překonání pohyb. odporů | $[N]$ |
| F_2 | Síla potřebná pro překonání dopravní výšky | $[N]$ |
| F_p | Přídavné a vedlejší odpory dopravníku | $[N]$ |
| F_{N1} | Odpor setrvačných sil v místě nakládky v oblasti urychl. | $[N]$ |
| F_{N2} | Odpor tření mezi doprav. hm. a vedením v obl. urychl. | $[N]$ |
| F_{DV} | Odpor tření mezi dopr. hmotou a bočním vedením | $[N]$ |
| F_{SV} | Odpor shazovacího vozu | $[N]$ |
| F_B | Odpor v ohybu pásu a v ložiskách bubnu | $[N]$ |
| F_C | Odpor čističe pásu | $[N]$ |
| n_B | Počet nepoháněných bubnů | $[ks]$ |
| n_c | Počet čističů pásu | $[ks]$ |
| μ_B | Souč. tření mezi dopr. materiálem a bočním vedením | $[N]$ |
| l_N | Délka násypky | $[m]$ |
| b_l | Světlá šířka bočního vedení | $[m]$ |

| | | |
|----------------|---|----------------------|
| η | Účinnost poháněcí stanice | [-] |
| η_{max} | Maximální účinnost poháněcí stanice | [-] |
| P | Potřebný provozní výkon pásového dopravníku | [kW] |
| M_{SM} | Statický moment od zatížení dopravníku | [N·m] |
| M_{MM} | Moment elektromotoru | [N·m] |
| D_b | Průměr bubnu | [m] |
| i_p | Převodový poměr převodovky | [-] |
| n_m | Otáčky motoru | [s ⁻¹] |
| M_{B1} | Brzdňý moment potřebný k zastavení dopravníku | [N·m] |
| M_{B2} | Brzdňý moment potřebný k udržení dopr. pásu v klidu | [N·m] |
| M_{DM} | Dynamický moment | [N·m] |
| k_b | Součinitel bezpečnosti brzdy | [-] |
| t_b | Doba brzdění dopravníku | [s] |
| J_b | Moment setrvačnosti bubnu | [kg·m ²] |
| J_p | Moment setrvačnosti převodovky | [kg·m ²] |
| J_s | Moment setrvačnosti spojky | [kg·m ²] |
| J_M | Moment setrvačnosti motoru | [kg·m ²] |
| M_B | Moment použité brzdy | [N·m] |
| F_0 | Odbíhající síla pásového dopravníku | [N] |
| F_N | Nabíhající síla pásového dopravníku | [N] |
| F_z | Napínací síla | [N] |
| p | Měrný tlak mezi pásem a bubnem | [MPa] |
| σ_{dov} | Dovolené namáhání dopravního pásu | [N·m ⁻¹] |

| | | |
|----------------------|----------------------------|--------|
| T_0, T_1, T_2, T_3 | Tahy v dopravním pásu | [N] |
| f_z | Tření na závitu | [-] |
| k_s | Statická bezpečnost šroubu | [-] |
| R_e | Mez kluzu oceli | [MPa] |
| M_u | Utahovací moment | [N·mm] |
| M_{tz} | Moment tření na závitu | [N·mm] |
| M_{tm} | Moment tření na matici | [N·mm] |
| d_2 | Střední průměr závitu | [mm] |
| d_3 | Průměr jádra šroubu | [mm] |
| s | Velikost klíče | [mm] |
| d_0 | Průměr díry v podložce | [mm] |
| γ | Úhel stoupání závitu | [°] |
| ϕ' | Redukovaný třecí úhel | [°] |

Seznam použitých značek a symbolů

| | |
|---|----|
| 1 Úvod do problematiky | 9 |
| 1.1 Pásová doprava | 9 |
| 1.2 Zadání firmy Cemex | 18 |
| 1.3 Určení cílů | 18 |
| 2 Vyhodnocení měření | 20 |
| 2.1 Měření vnitřního úhlu tření | 20 |
| 2.2 Měření vnějšího úhlu tření | 21 |
| 2.3 Měření granulometrie | 22 |
| 3 Návrh řešení | 23 |
| 3.1 Schéma dopravní situace | 23 |
| 3.2 Výpočet dle ISO 5048 | 24 |
| 3.3 Návrh a výpočet napínání | 36 |
| 3.4 Výpočet podle graficko-početní metody | 38 |
| 3.4 Volba dávkovacího zařízení | 42 |
| 3.6 Konstrukční návrh dopravní trasy | 43 |
| 4 Cenový odhad rekonstrukce | 44 |
| 5 Závěr | 45 |
| 6 Seznam použité literatury | 46 |
| 7 Přílohy | 47 |

1 Úvod do problematiky

1.1 Pásová doprava

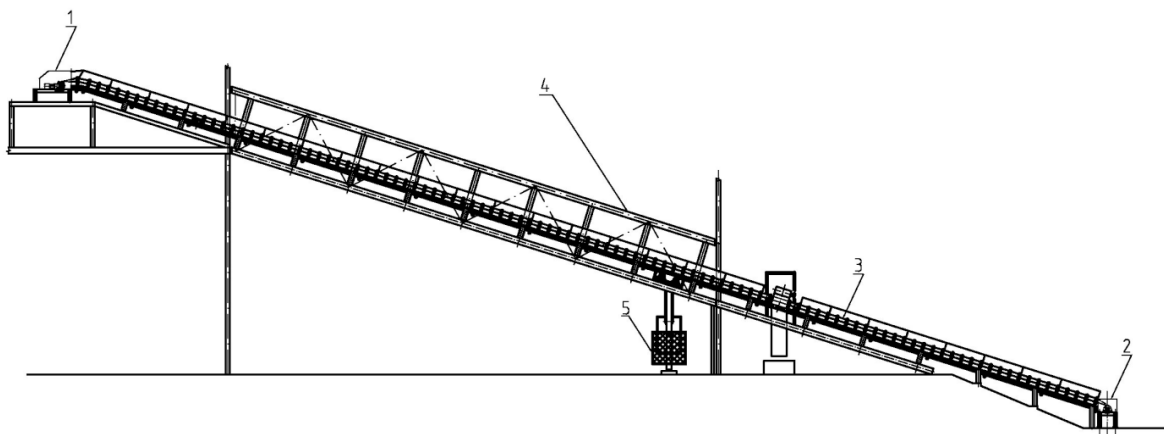
Pásové dopravníky

Jedná se o dopravník, mezi jehož poháněcím a vratným bubnem obíhá nekonečný dopravní pás. Pásový dopravník se využívá u přímočaré vodorovné a úklonné dopravy sypkých, kusových materiálů a osob. Doprava může být dovrchní a to do úhlu stoupání 18° , nebo úpadní do úhlu klesání -12° .

Pásové dopravníky se používají pro jejich plynulost a velké dopravní výkony. Mezi jejich nevýhody patří zvýšená údržba díky velkému množství rotujících částí.

Dělení pásových dopravníků:

- a) Pásové dopravníky pro dálkovou dopravu – použití pro dálkovou dopravu, charakteristické jsou velkým dopravním výkonem, délkou a vyššími dopravními rychlostmi
- b) Pásové dopravníky pro technologickou dopravu – použití pro nakládku a vykládku mezi různými místy výrobního procesu



Obr. 1.1 Pásový dopravník

1 - Poháněcí stanice

2 - Vratná stanice

3 - Pás

4 - Konstrukce

5 – Napínání

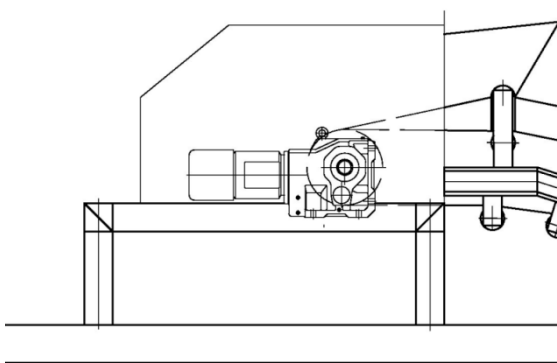
Hlavní části pásového dopravníku:

- **Poháněcí stanice**

Funkce: přeměna momentu na tažnou sílu v pásu, zajištěna třením mezi bubnem a pásem

Poháněcí stanice se skládá z hnacího bubnu, elektromotoru, převodovky, spojky a brzdy. Může mít i 4 elektromotory s různým výkonem, případně s jejich modifikací.

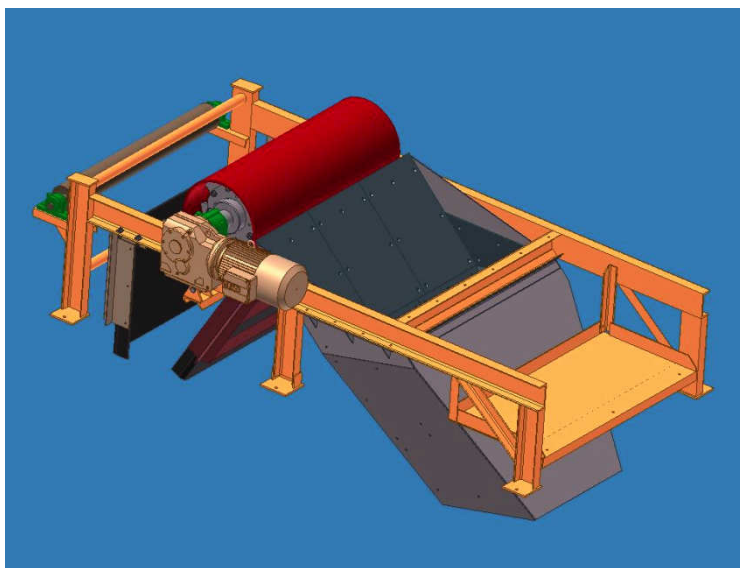
Bubny bývají ocelové, bez obložení, s keramickým obložením nebo pogumované. Tloušťka pláště bývá maximálně 20 mm, bubny mohou mít válcový nebo soudečkový tvar.



Obr. 1.2 Poháněcí stanice



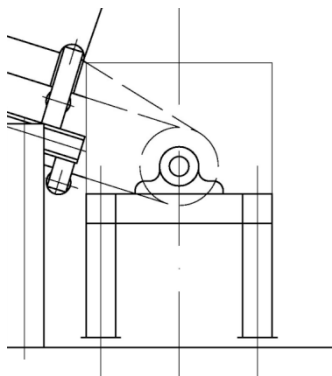
Obr.1.3 Poháněcí stanice fy Dupa-DP – [11]



Obr. 1.4 Poháněcí stanice fy Burtex – [10]

- Vratná stanice

Funkce: pomocí vratného bubnu změna pohybu pásu, vybavena většinou čističem pásu, možnost napínání pásu stavěcími šrouby bubnu



Obr. 1.5 Vratná stanice



Obr. 1.6 Pohled na vratnou stanici fy Duba-DP - [11]

- Pás

Funkce: nekonečný prvek obíhající okolo koncových bubnů, nese materiál, břemena, lidi a přenáší tahovou sílu, je tvořen nosnou kostrou pro tahová namáhání a horními a dolními krycími vrstvami s bočními okraji

- Konstrukce

Funkce: trasa mezi poháněcím a vratným bubnem, tvořena nosníky, podpěrami, válečky, které vedou dopravní pás

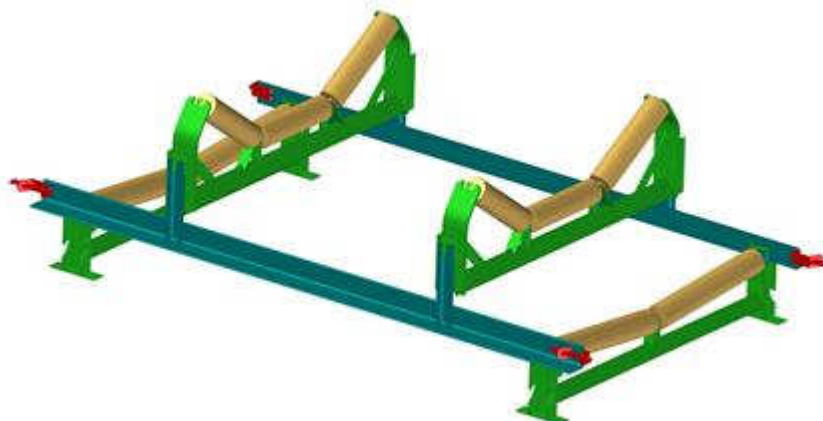


Obr. 1.7 Konstrukce fy Duba-DP - [11]

Trat':

a) Nasazovací

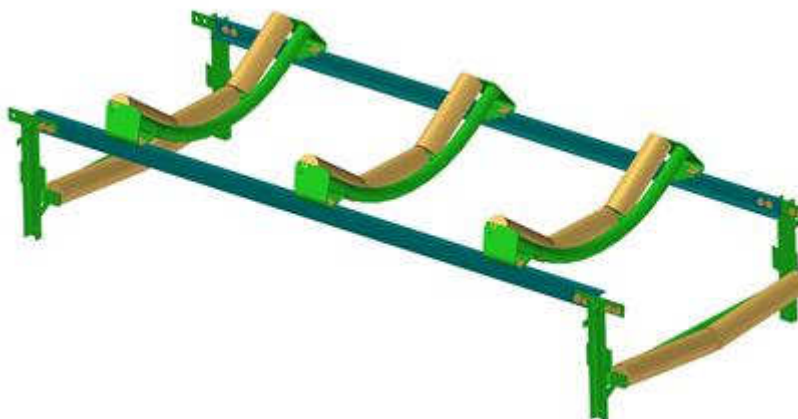
Tento typ tratě je vhodný pro šířku pásu 800 a 1000 mm. Trať bývá opatřena válečky o průměru 89 mm. Jednotlivé části tratě se spojují bez použití šroubových spojů. Toto řešení je vhodné v případech potřeby rychlé demontáže. Trať je možné postavit přímo na podlahu nebo zavěsit pomocí řetězů na výztuž v dole.



Obr. 1.8 Nasazovací trať fy Ostroj - [9]

b) Šroubovaná

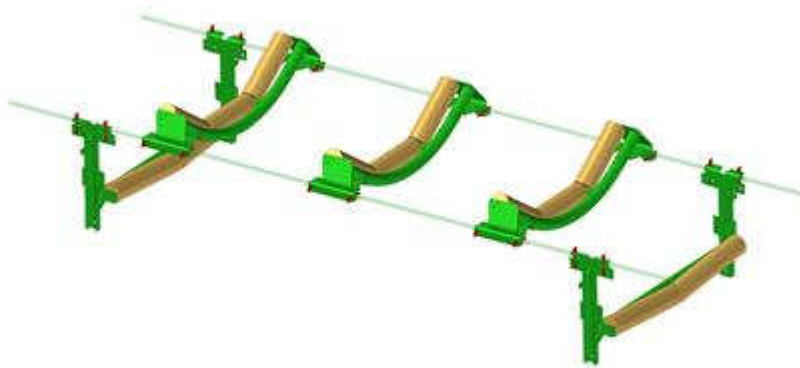
Tento typ tratě je vhodný pro šířku pásu 1200, 1400 a 1600 mm. Trať bývá opatřena válečky o průměru 108, 133 i 159 mm. Části tratě jsou smontovány pomocí šroubových spojů. Je vhodná pro stabilní dopravníky. Trať je možné postavit přímo na podlahu nebo zavěsit pomocí řetězů na výztuž v dole.



Obr. 1.9 Šroubovaná trať fy Ostroj - [9]

c) Lanová

Tento typ tratě je vhodný pro šířku pásu 1000 a 1200 mm. Trať bývá opatřena válečky o průměru 89 nebo 108 mm. Montáž horních a dolních podpěr je provedena na podélná lana pomocí klínů. Trať se zavěšuje pomocí řetězů na důlní výztuž. Používá se tam, kde je potřeba rychlé montáže a demontáže.



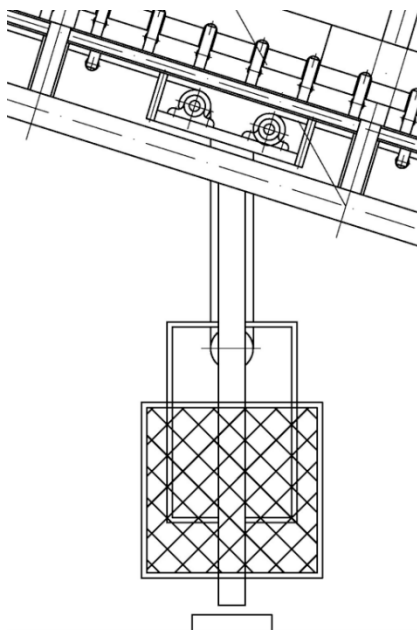
Obr. 1.10 Lanová trať fy Ostroj - [9]

- **Napínání**

Funkce: udržuje v dopravním pásu předpětí pro přenos tažné síly

Dělení:

- a) kompenzace trvalého prodloužení pásu (pevný napínací buben)
 - pro kratší dopravníky do délky 100 m, napínání posunem vratného bubnu
- b) kompenzace trvalého i pružného prodloužení pásu (posuvný napínací buben)
 - pohyb napínacího bubnu při změně tahů v dopravním pásu

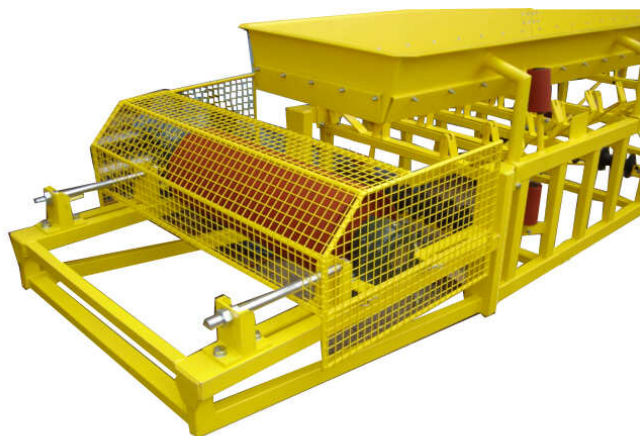


Obr. 1.11 Příklad gravitačního napínání

Typy napínání:

a) Napínání šroubem a maticí

Nejjednodušší napínání pro dopravníky menších výkonů, je napínání vratné stanice pomocí šroubu a matice.



Obr. 1.12 Napínání šroubem a maticí fy Doba-DP - [11]

b) Pneumatické napínání

Napínací síla je vyvozena přímočarými pneumaty. Tato síla je konstantní u všech provozních stavů dopravníku. Může tvořit zásobník pásu. Operativní zdvih napínacího zařízení eliminující pružné prodloužení pásu. Celkový zdvih napínacího zařízení eliminující trvalé prodloužení pásu.

c) Gravitační napínání

U gravitačního napínání je napínací síla vyvozena pomocí závaží. Vratný buben je umístěn na speciálním vozíku. Tento vozík je spojen se závažím, které je namontováno na podobném vozíku. Buben se reguluje pomocí seřizovacích šroubů. Vratná jednotka je vybavena stěračem a ochrannými kryty.



Obr. 1.13 Napínání fy Jakos - [12]

d) Napínání elektrickým nebo hydraulickým vrátkem

Napínací síla je vyvozena pomocí hydraulického nebo elektrického vrátku.

- Příslušenství

Zařízení: pro přivádění materiálu na pás

pro odvod materiálu z pásu

pro čištění pásu

Druhy příslušenství na trhu:

a) Přesyp boční

Celý přesyp je řešen jako seřiditelná konstrukce, umožňující seřízení dle dopravního množství, dopravní rychlosti a kusovitosti těživa a úhlu mezi podávajícím a odebírajícím dopravníkem. Přesyp je vybaven výměnným obložením z otěruvzdorného plechu.



Obr. 1.14 Přesyp boční fy Ostroj - [9]

b) Přesypové stolice

Je umístěna v místě přesypu a je určena k usměrnění dopravované horniny na pás. Přesypová stolice je vybavena odpružením s pogumovanými válečky.



Obr. 1.15 Přesypová stolice fy Ostroj - [9]

c) Dopadová stolice

Dopadová stolice je namontována na trase v místě přesypu a skládá se z nosníků, které jsou opatřeny speciálním plastem. Tento plast je odolný vůči opotřebení a má dobré skluzné vlastnosti. Mezi plastem a ocelovým nosníkem je pryž, která tlumí dopad padající horniny. Nosníky jsou připevněny na podélnících tratě, a to pomocí konzol, které také mají tlumiče opatřené pryží.



Obr. 1.16 Dopadová stolice fy Ostroj - [9]

d) Vynášec propadu

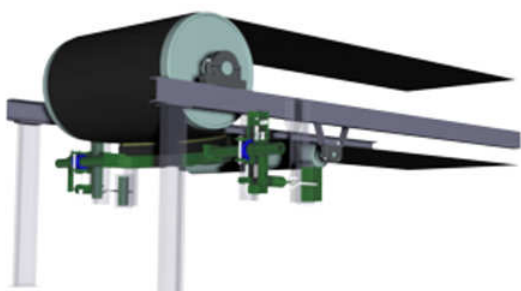
Je určen pro zachycení propadu materiálu pod výsypným bubnem a výsypným místem, a přemísťuje propad pomocí lopatek, které jej vynášejí na odebírající pásový dopravník nebo jiné určené místo. Lopatky jsou poháněny pomocí přímočarého pneumotoru.



Obr. 1.17 Vynášec propadu fy Ostroj - [9]

e) Stěrač pásu

Mají za úkol odstraňovat přebytečný materiál, který zůstává na spodní větvi pásu.



Obr. 1.18 Stěrač pásu fy Hennlich - [13]

1.2 Zadání firmy Cemex

Firma Cemex požaduje rekonstrukci stávající dopravní trasy z důvodu jejího zatápnění. Doprava je řešena na délce 150 metrů, 5 metrů pod zemským povrchem v betonovém tunelu. Toto řešení je nevyhovující z důvodu vzdálenosti místa násypu od místa výsypu na dopravník směřující k mlýnu. Využívá se dopravní trasa určená v minulosti na dopravu strusky od železničních vagonů. Zásadní problém však je v zatápnění dopravní trasy. To se děje v důsledku polohy areálu na deltě řeky Olše. Neustálé odčerpávání vody, z prostoru dopravní cesty a rychlá koroze komponent dopravníku, dopravu prodražuje.

Již zadání firmy mnoho stupňů volnosti při řešení této problematiky nedává. Pokud pomineme izolaci současné dopravní trasy proti průsakům vody, kteréž to by i tak nebylo stoprocentní, zbývá vyřešit nejvýhodnější umístění nové dopravní trasy.

Dále pak firma Cemex vyžaduje maximální využití komponent, které má k dispozici. Navíc s ohledem do budoucna na možnost po téže dopravní trase dopravovat a dávkovat krom energosádrovce i strusku.

Energosádrovec vzniká v odsiřovacím absorbéru jako produkt reakce mezi vápencem a kyselými složkami kouřových plynů (především SO_2 , ale i HCl a HF) a následné oxidace vzniklého siřičitanu vápenatého.

1.3 Určení cílů

Výsledkem práce bude vyřešení dopravy a dávkování energosádrovce, z odsíření elektrárny Dětmárovice, za účelem odstranění zatápnění stávající dopravní trasy. Při řešení bude použito maximální možné množství prvků stávající dopravní trasy.



Obr. 1.19 Cemex s.r.o.



Obr. 1. 20 Sklad sádrovce s nakladačem Volvo



Obr. 1.21 Ústí dopravního tunelu



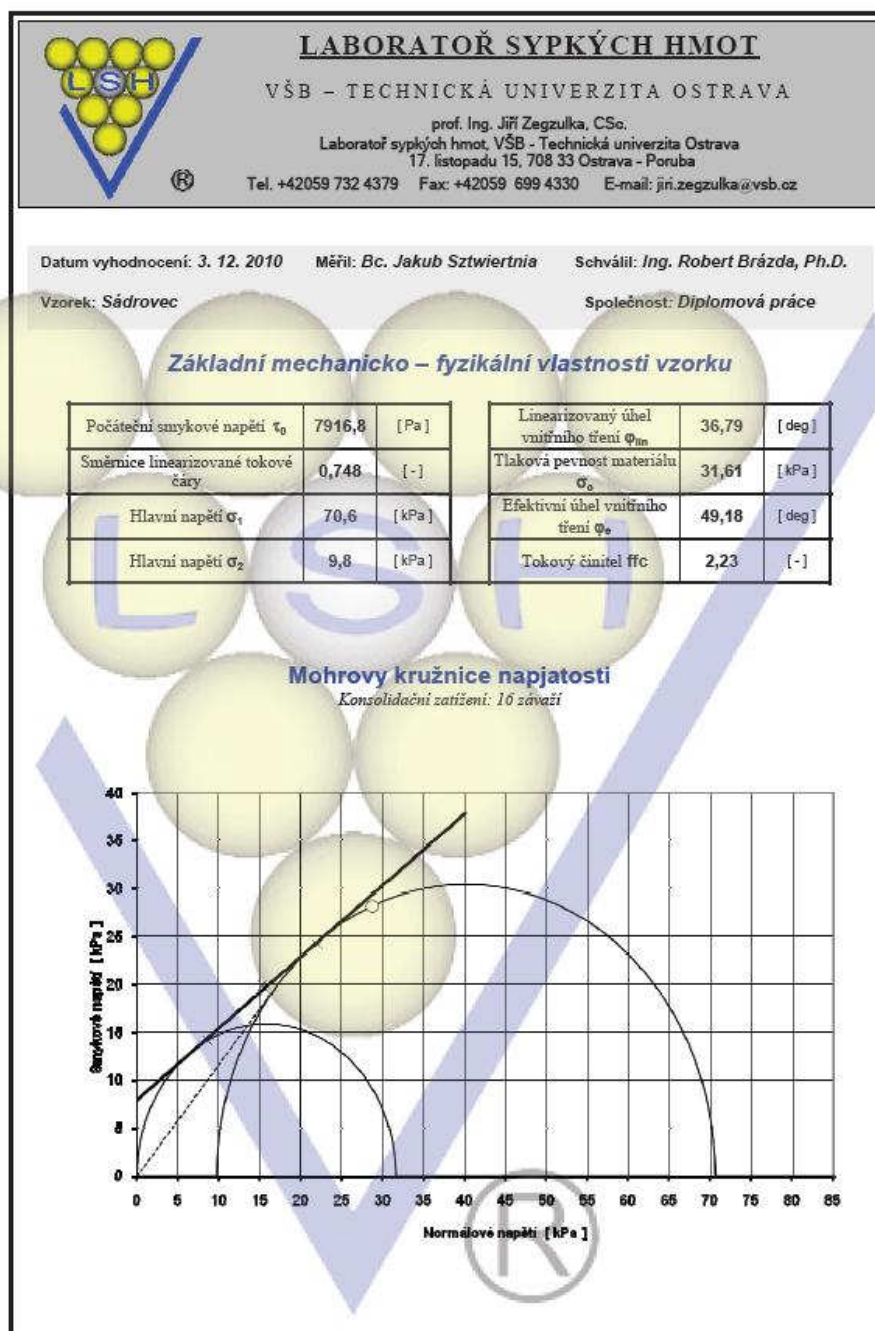
Obr. 1.22 Umístění dopravníku v areálu firmy

2 Vyhodnocení měření

2.1 Měření vnitřního úhlu tření

Měření bylo provedeno na přímočarém smykovém stroji, na pracovišti Institutu dopravy. Měřený materiál byl energosádrovec odebraný ze skládky firmy Cemex.

Naměřený úhel vnitřního tření je $\varphi=36,79^\circ$.

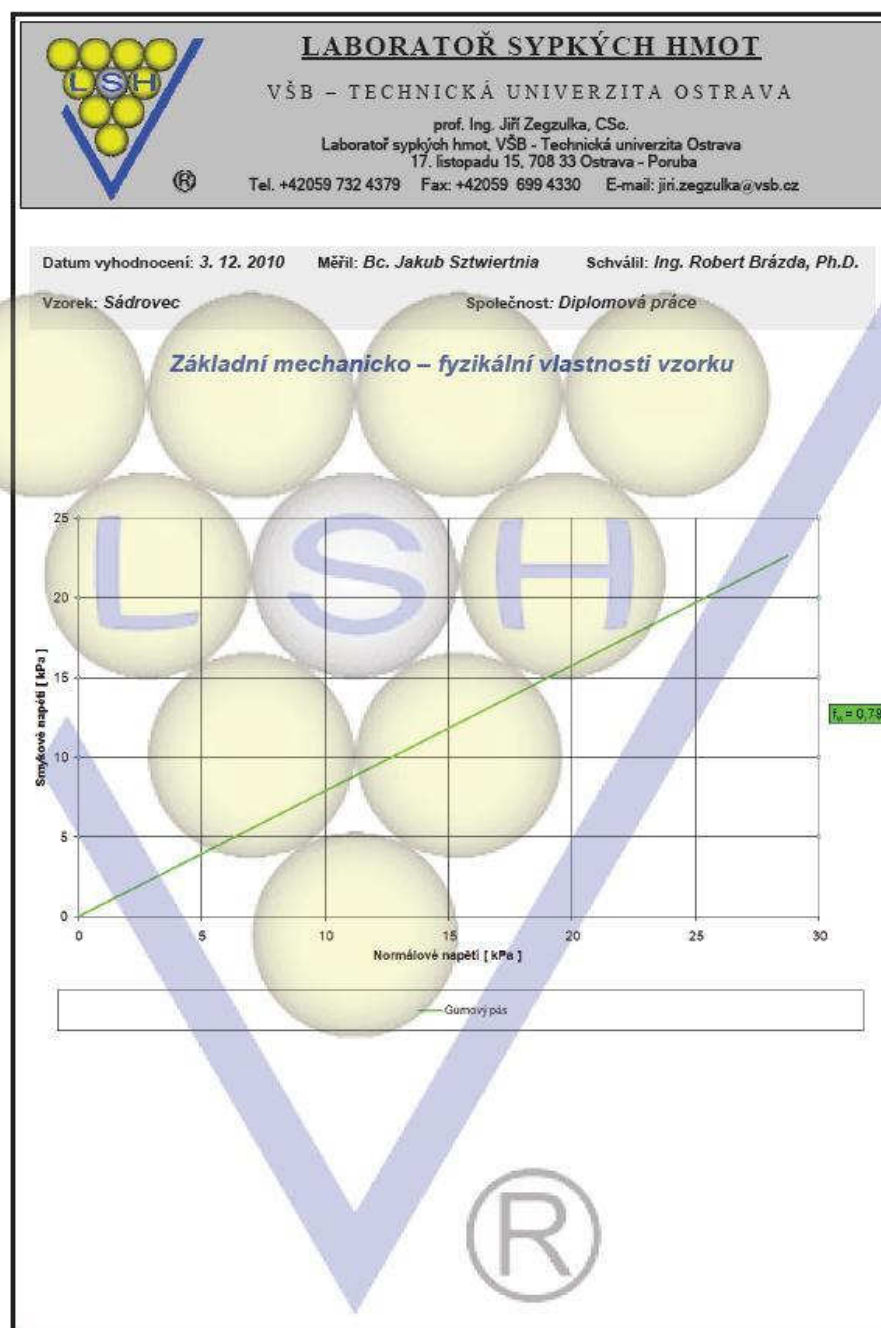


Obr. 2.1 Výsledky měření úhlu vnitřního tření

2.2 Měření vnějšího úhlu tření

Měření bylo provedeno na přímočarém smykovém stroji, na pracovišti Institutu dopravy. Měřený materiál byl energosádrovec odebraný ze skládky firmy Cemex. Úhel vnějšího tření byl měřen pro dopravní pás.

Výsledkem měření je tření $f=0,78$.

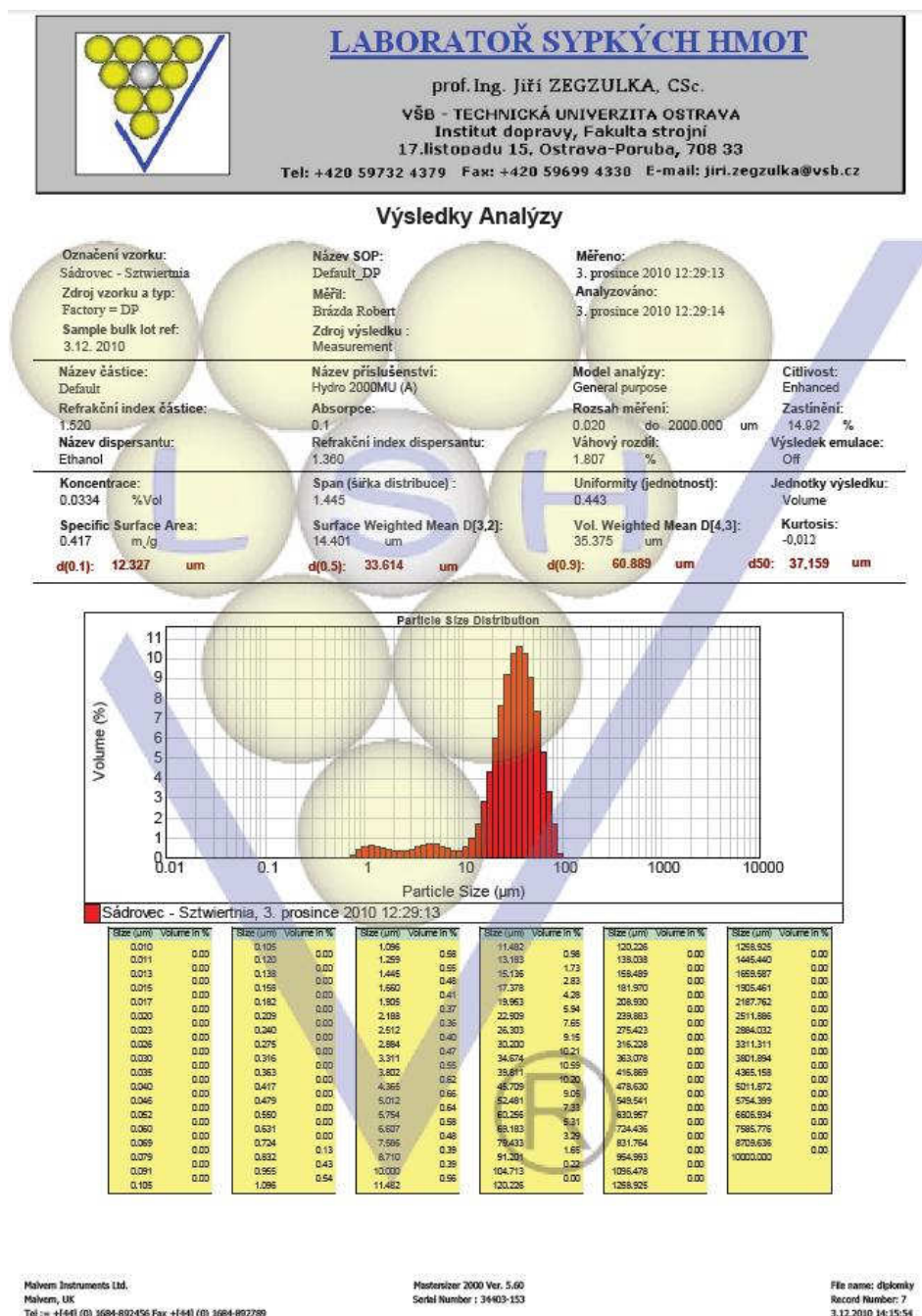


Obr. 2.2

2.3 Měření granulometrie

Měření bylo provedeno na Laserovém granulometru FRITSCH C-22, na pracovišti Institutu dopravy. Měřený materiál byl energosádrovec odebraný ze skládky firmy Cemex.

Střední velikost zrna je $d=60,889 \mu\text{m}$.

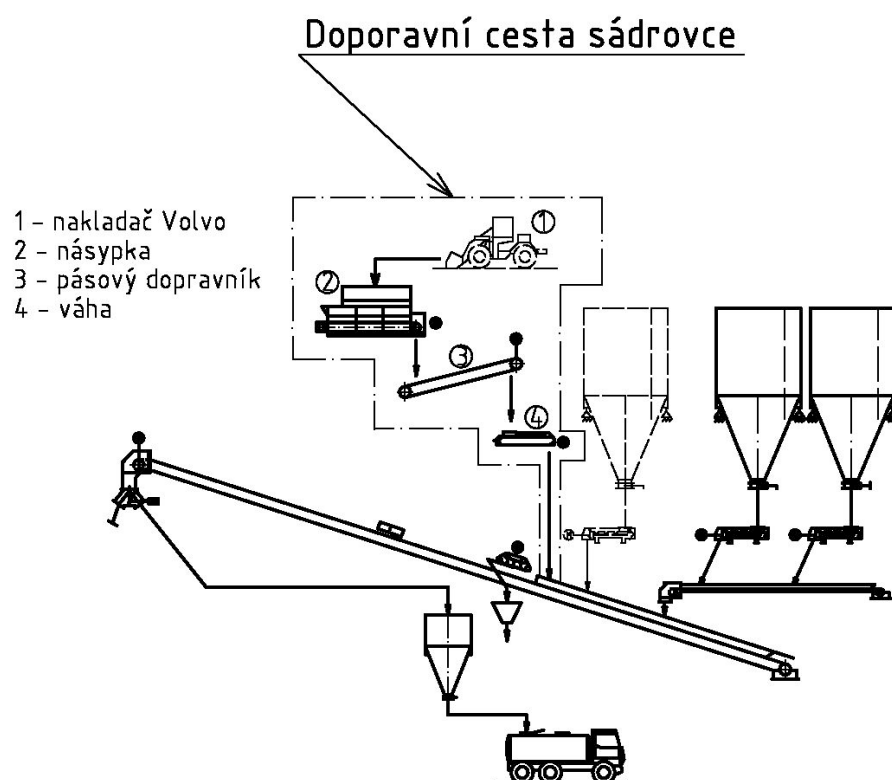


Obr. 2.3 Výsledky granulometrie

3 Návrh řešení

3.1 Schéma dopravní situace

V mém řešení se počítá s nakládáním materiálu ze skladu energosádrovce nakládačem VOLVO do násypky, posléze s úklonnou pásovou dopravou, pod úhlem 10 stupňů na vzdálenosti 34,551 metru, do haly cementárny. Z pásového dopravníku materiál propadává přes skluz na pásovou váhu, která dávkuje materiál na dopravní cestu vedoucí do mlýna cementárny, po které se kromě energosádrovce dopravuje také slinek a struska.



Obr. 3.1 Schéma dopravní situace

3.2 Výpočet dopravníku dle ISO 5048

| | |
|------------------------|---|
| dynamický sypný úhel | $\Psi_{dyn}=15^\circ$ |
| sypná hmotnost | $\rho_s=530 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ |
| úhel sklonu dopravníku | $\varepsilon=10^\circ$ |
| dopravní vzdálenost | $L=34,551 \text{ m}$ |

Volba rychlosti pásu:

\Rightarrow volím rychlost $v=0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Požadovaný průřez náplně pásu:

$$S_p = \frac{Q}{3,6 \cdot k_\varphi \cdot \rho_s \cdot v} \quad (3.1)$$
$$S_p = \frac{4}{3,6 \cdot 0,8 \cdot 530 \cdot 0,6}$$
$$\underline{\underline{S_p = 0,004368 \text{ m}^2}}$$

Volím $k_\varphi=0,8$ z rozsahu $k_\varphi \in (0,7;0,9)$

Volba šířky dopravního pásu a výpočet náplně pásu:

Volba pásu - **Pás EP 250/2 firmy Gumex**

Šířka pásu $B=1000 \text{ mm}$

Měrná hmotnost dopravního pásu $m_p=9,25 \text{ kg/m}$



Obr. 3.2 Tríváleckové uspořádání

| | |
|--|--|
| Průměr horních a dolních válečků | $d_h = 108 \text{ mm}, d_d = 108 \text{ mm}$ |
| Délka válečku | $L_1 = 1150 \text{ mm}$ |
| Hmotnost rot. částí 1 vál. dolní větve | $m_{vd} = 12,6 \text{ kg}$ |
| Délka středního válečku | $L_3 = 750 \text{ mm}$ |
| Hmotnost rot. částí 1 vál. horní větve | $m_{vh} = 8,5 \text{ kg}$ |
| Úhel sklonu bočních válečků | $\lambda_v = 30^\circ$ |

Tab. 3.1

Válečky jsou od fy Transroll.

Výpočet náplně pásu:

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05 \quad (3.2)$$

$$b = 0,9 \cdot 1 - 0,05$$

$$b = 0,85 \text{ m}$$

$$b_1 = b \cdot \cos \lambda_v + L_3 \cdot (1 - \cos \lambda_v) \quad (3.3)$$

$$b_1 = 0,85 \cdot \cos 30 + 0,750 \cdot (1 - \cos 30)$$

$$\underline{b_1 = 0,836 \text{ m}}$$

$$S = S_1 + S_2 \quad (3.4)$$

$$S = \frac{1}{6} \cdot b_1^2 \cdot \operatorname{tg} \psi_{dyn} + \frac{1}{4} \cdot (b_1^2 - L_3^2) \cdot \operatorname{tg} \lambda_v$$

$$S = \frac{1}{6} \cdot 0,837^2 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ + \frac{1}{4} \cdot (0,836^2 - 0,750^2) \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$\underline{\underline{S = 0,0511 \, m^2}}$$

$$k_1 = \left(\frac{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \psi_{dyn}}{1 - \cos^2 \psi_{dyn}} \right)^{0,5} \quad (3.5)$$

$$k_1 = \left(\frac{\cos^2 17,5 - \cos^2 15}{1 - \cos^2 15} \right)^{0,5}$$

$$\underline{\underline{k_1 = 0,188}}$$

$$S_1 = \frac{1}{6} \cdot b_1^2 \cdot \operatorname{tg} \psi_{dyn} \quad (3.6)$$

$$S_1 = \frac{1}{6} \cdot 0,622^2 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$$

$$\underline{\underline{S_1 = 0,0312 \, m^2}}$$

$$k = 1 - \frac{S_1}{S} \cdot (1 - k_1) \quad (3.7)$$

$$k = 1 - \frac{0,0312}{0,0510} \cdot (1 - 0,984)$$

$$\underline{\underline{k = 0,842}}$$

$$S_s = k \cdot S \quad (3.8)$$

$$S_s = 0,842 \cdot 0,051$$

$$\underline{\underline{S_s = 0,0429 \, m^2}}$$

Porovnání S a S_p

$$S_s \geq S_p \quad (3.9)$$

$$0,0449 > 0,004368 \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

Obvodová síla na poháněcím bubnu:

Přídavnou délku L_0 volím 12 metrů.

$$C = \frac{L + L_0}{L} \geq 1,02 \quad (3.10)$$

$$C = \frac{34,551 + 12}{34,551}$$

$$C = 1,347$$

$$C = 1,347 > 1,02 \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

Globální součinitel pro dovrchní dopravu volím $f=0,02$ z rozmezí $f \in (0,018; 0,025)$

Měrný odpor dopravníku:

$$w = C \cdot f \quad (3.11)$$

$$w = 1,347 \cdot 0,02$$

$$\underline{\underline{w = 0,027}}$$

Měrná hmotnost dopravovaného materiálu:

$$q = \frac{Q}{3,6 \cdot v} \quad (3.12)$$

$$q = \frac{4}{3,6 \cdot 0,6}$$

$$\underline{\underline{q = 1,852 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}}}$$

Měrná hmotnost rotujících částí válečků:

$$m_v = \frac{m_{vh} \cdot n_{vh}}{t_1} + \frac{m_{vs} \cdot n_{vs}}{t_2} \quad (3.13)$$

$$m_v = \frac{8,5 \cdot 3}{1} + \frac{12,6 \cdot 1}{3}$$

$$\underline{\underline{m_v = 29,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}}}$$

Síla potřebná pro překonání odporů:

$$F_1 = w \cdot L \cdot g \cdot [(q + 2 \cdot m_p) \cdot \cos \varepsilon + m_v] \quad (3.14)$$

$$F_1 = 0,027 \cdot 34,551 \cdot 9,81 \cdot [(1,852 + 2 \cdot 9,25) \cdot \cos 10 + 29,7]$$

$$\underline{\underline{F_1 = 455,2 \text{ N}}}$$

Síla potřebná pro překonání dopravní výšky:

$$F_2 = +q \cdot H \cdot g \quad (3.15)$$

$$F_2 = +q \cdot L \cdot \sin \epsilon \cdot g$$

$$F_2 = +1,852 \cdot 34,551 \cdot \sin 10 \cdot 9,81$$

$$\underline{\underline{F_2 = 108,94 \text{ N}}}$$

Odpor setrvačných sil v místě nakládání v oblasti urychlování:

$$F_{N1} = q \cdot v \cdot (v - v_0) \quad (3.16)$$

$$F_{N1} = 1,852 \cdot 0,6 \cdot (0,6 - 0)$$

$$\underline{\underline{F_{N1} = 0,66 \text{ N}}}$$

Minimální urychlovací délka:

Součinitel tření mezi dopravovaným materiálem a vedením z měření $\mu_B = 0,78$

$$L_N = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot g \cdot \mu_B} \quad (3.17)$$

$$L_N = \frac{0,6^2 - 0^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,78}$$

$$\underline{\underline{L_N = 0,024 \text{ m}}}$$

Odpor setrvačných sil v místě nakládání v oblasti urychlování:

$$F_{N2} = \frac{\mu_B \cdot q^2 \cdot v^2 \cdot g \cdot L_N}{\rho_s \cdot \left(\frac{v + v_0}{2} \right)^2 \cdot b_1^2} \quad (3.18)$$

$$F_{N2} = \frac{0,78 \cdot 1,852^2 \cdot 0,6^2 \cdot 9,81 \cdot 0,024}{530 \cdot \left(\frac{0,6 + 0}{2} \right)^2 \cdot 0,836^2}$$

$$\underline{\underline{F_{N2} = 0,0056 \text{ N}}}$$

Odpor čističe pásu:

$$F_C = 300 \cdot B \quad (3.19)$$

$$F_C = 300 \cdot 1$$

$$\underline{\underline{F_C = 300 \text{ N}}}$$

Přídavné a vedlejší odpory dopravníku:

$$F_p = F_{N1} + F_{N2} + n_b \cdot F_B + n_C \cdot F_C \quad (3.20)$$

$$F_p = 0,66 + 0,0056 + 1 \cdot 1000 + 1 \cdot 300$$

$$\underline{\underline{F_p = 1301 \text{ N}}}$$

Obvodová síla na poháněcím bubnu:

$$F = F_1 + F_2 + F_p \quad (3.21)$$

$$F = 455,2 + 108,9 + 1301$$

$$\underline{\underline{F = 1864,8 \text{ N}}}$$

Potřebný provozní výkon pohonu pásového dopravníku:

Součinitel součinnosti volím $k_b=1,16$ z rozmezí $k_b \in (1,1;1,22)$

Účinnost poháněcí stanice volím $\eta=0,9$ z rozmezí $\eta \in (0,85;0,95)$

$$P = k_b \cdot \frac{F \cdot v}{10^3 \cdot \eta} \quad (3.22)$$

$$P = 1,16 \cdot \frac{1864,8 \cdot 0,6}{10^3 \cdot 0,9}$$

$$\underline{\underline{P = 1,44 \text{ kW}}}$$

Volba elektromotoru:

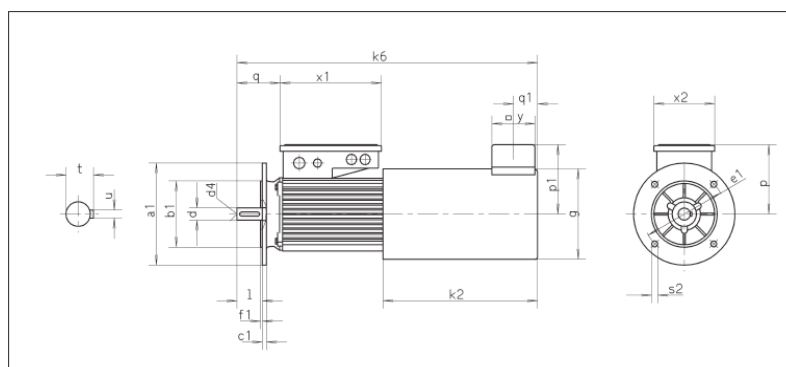
S ohledem na požadavek firmy Cemex volím pohon stávajícího dopravníku.

Lenze MDXMA 112-22

Tabulka parametrů elektromotoru Lenze



Obr. 3.3 Lenze



Obr. 3.4 Motor Lenze MDXMA 112-22

| | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Jmenovitý výkon elektromotoru | $P_M=4 \text{ kW}$ |
| Otáčky | $N_M=1430 \text{ ot/min}$ |
| Moment setrvačnosti motoru | $J_M=0,0118 \text{ kg/m}^2$ |
| Jmenovitý moment motoru | $M_M=26,6 \text{ Nm}$ |

Tab. 3.2

Volba bubnu podle šířky pásu:

Šířku pásu volím $B=1000 \text{ mm}$.

Poháněcí buben

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Průměr bubnu | $D=500 \text{ mm}$ |
| Moment setrvačnosti | $J_b=3,2 \text{ kg/m}^2$ |

Tab. 3.3

Vratný buben

| | |
|---------------------|---------------------------|
| Průměr bubnu | $D=500 \text{ mm}$ |
| Moment setrvačnosti | $J_b=3,44 \text{ kg/m}^2$ |

Tab. 3.4

Volba převodovky:

$$i_p = \frac{n_M}{v} \cdot \pi \cdot D_b \quad (3.23)$$

$$i_p = \frac{1430}{60 \cdot 0,6} \cdot \pi \cdot 0,5$$

$$\underline{\underline{i_p = 62,36}}$$

Volím převodovku typu SK9052.1 firmy NORD Gear

Tabulka parametrů zvolené převodovky

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Moment setrvačnosti převodovky | $J_P=0,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ |
| Převodový poměr převodovky | $i_{ps}=62,4$ |

Tab. 3.5



Obr. 3.5 Převodovka NORD Gear SK9052.1

Volba spojky:

Volím pružnou spojku firmy NORD Gear

| | |
|---|---------------------------------------|
| Moment setrvačnosti spojky mezi motorem a převodovkou | $J_P=0,068 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ |
|---|---------------------------------------|

Tab. 3.6

Volím pružnou spojku GG25-70/70 od firmy Tyma

| | |
|--|---------------------------------------|
| Moment setrvačnosti spojky mezi převodovkou a bubnem | $J_P=0,365 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ |
|--|---------------------------------------|

Tab. 3.7

Kontrola pohonu dopravníku na rozběh:

$$M_{SM} = \frac{1}{n_e} \cdot F \cdot 0,5 \cdot D_b \cdot \frac{1}{\eta \cdot i_{ps}} \quad (3.24)$$

$$M_{SM} = \frac{1}{1} \cdot 1864,8 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{0,9 \cdot 62,4}$$

$$\underline{\underline{M_{SM} = 8,3 \text{ Nm}}}$$

$$M_{SM} < M_N \quad (3.25)$$

$$8,3 < 26,6 \Rightarrow \underline{\underline{POHON VYHOVUJE}}$$

Kontrola dopravovaného množství:

$$v_{sk} = \frac{i_p}{i_{ps}} \cdot v \quad (3.26)$$

$$v_{sk} = \frac{62,36}{62,4} \cdot 0,6$$

$$\underline{\underline{v_{sk} = 0,5996 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$v_{rozdl} = |v_{sk} - v| \quad (3.27)$$

$$v_{rozdl} = |0,5996 - 0,6|$$

$$\underline{\underline{v_{rozdl} = 0,000347 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$Q_{vp} = 3,6 \cdot S_s \cdot k_\varphi \cdot \rho_s \cdot v \quad (3.28)$$

$$Q_{vp} = 3,6 \cdot 0,0429 \cdot 0,8 \cdot 530 \cdot 0,6$$

$$\underline{\underline{Q_{vp} = 39,37 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}}}$$

$$Q_{rozdl} = \left(1 - \frac{Q}{Q_{vp}}\right) \cdot 100$$

$$Q_{rozdl} = \left(1 - \frac{4}{39,37}\right) \cdot 100$$

$$\underline{\underline{Q_{rozdl} = 89,84 \%}}$$

Kontrola brzdy:

Dynamický moment od zpoždování posuvných a rotačních hmot:

$$M_{DM} = \left[(q + 2 \cdot m_p + m_v) \cdot L \cdot 0,5 \cdot D_b \cdot \frac{1}{\eta \cdot i_{ps}} + \frac{2 \cdot \sum J_b}{D_b} \cdot \frac{1}{\eta \cdot i_{ps}} + n_e \cdot \frac{2 \cdot (J_p + J_{s1} + J_{s2} + J_M)}{D_b \cdot \eta} \cdot i_p \right] \cdot \frac{v_{sk}}{t_b}$$
$$M_{DM} = \left[(1,852 + 2 \cdot 9,25 + 27,9) \cdot 34,551 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{0,9 \cdot 62,36} + \frac{2 \cdot (3,2 + 3,44)}{0,5} \cdot \frac{1}{0,9 \cdot 62,36} + 1 \cdot \frac{2 \cdot (0,2 + 0,068 + 0,365 + 0,0118)}{0,5 \cdot 0,9} \cdot 62,4 \right] \cdot \frac{0,05596}{10} \quad (3.29)$$
$$\underline{\underline{M_{DM} = 0,506 \text{ Nm}}}$$

Brzdný moment potřebný k zastavení dopravníku:

$$M_{B1} = \frac{1}{n_B} \cdot \left[M_{DM} - (0,7 \cdot F_1 + F_2 + F_p) \cdot 0,5 \cdot D_b \cdot \frac{\eta_{max}}{i_{ps}} \right] \cdot k_B \quad (3.30)$$
$$M_{B1} = \frac{1}{1} \cdot \left[0,506 - (0,7 \cdot 455,2 + 108,94 + 1301) \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{0,95}{62,4} \right] \cdot 1,5$$
$$\underline{\underline{M_{B1} = 9,1 \text{ Nm}}}$$

Brzdný moment potřebný k udržení dopravního pásu v klidu:

Součinitel bezpečnosti brzdy volím **$k_b=1,5$**

Počet brzd volím **$n_b=1$**

Maximální účinnost poháněcí stanice volím **$\eta_{max}=0,95$**

$$M_{B2} = \frac{1}{n_B} \cdot \left[(-0,7 \cdot F_1 + |F_2| - F_p) \cdot 0,5 \cdot D_b \cdot \frac{\eta_{max}}{i_{ps}} \right] \cdot k_B \quad (3.31)$$
$$M_{B2} = \frac{1}{1} \cdot \left[(-0,7 \cdot 455,2 + |108,94| - 1301) \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{0,95}{62,4} \right] \cdot 1,5$$
$$\underline{\underline{M_{B2} = 8,6 \text{ Nm}}}$$

Volba brzdy:

Volím brzdu typu Bre60 firmy NORD Gear

| | |
|---------------|----------------------|
| Brzdný moment | $M_B=60 \text{ N/m}$ |
|---------------|----------------------|

Tab. 3.8

$$M_{B1} \text{ a } M_{B2} < M_B \Rightarrow \underline{\text{BRZDA VYHOVUJE}} \quad (3.32)$$

Tahy v dopravním pásu:

Koeficient statické bezpečnosti volím $k_s=1,3$

Účinnost opásání volím $\mu=0,3$

Úhel opásání $\alpha_G=180^\circ$

$$\alpha_G = \frac{180^\circ \cdot \pi}{180^\circ} = \underline{\underline{3,14 \text{ rad}}} \quad (3.33)$$

$$F_{\max} = F \cdot k_s \quad (3.34)$$

$$F_{\max} = 1864,8 \cdot 1,3$$

$$\underline{\underline{F_{\max} = 2424,3 \text{ N}}}$$

$$F_o \geq F_{\max} \cdot \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha_G} - 1} \quad (3.35)$$

$$F_o \geq 2424,3 \cdot \frac{1}{e^{0,3 \cdot 3,14} - 1}$$

$$\underline{\underline{F_o \geq 1549 \text{ N}}} \Rightarrow \underline{\underline{\text{volím } F_o = 3000 \text{ N}}}$$

$$F_n = F_o + F \quad (3.36)$$

$$F_n = 3000 + 1864,8$$

$$\underline{\underline{F_n = 4864,8 \text{ N}}}$$

Velikost napínací síly:

Doprava směrem k pohonu.

$$F_z \geq 2 \cdot (F_o - m_p \cdot L \cdot g \cdot \sin \varepsilon) \quad (3.37)$$

$$F_z \geq 2 \cdot (3000 - 9,25 \cdot 34,551 \cdot 9,81 \cdot \sin 10)$$

$$F_z \geq \underline{\underline{4911,7 \text{ N}}} \Rightarrow \text{volím } \underline{\underline{F_z = 6000 \text{ N}}}$$

Skutečné tahy v dopravním pásu:

$$F_{os} = 0,5 \cdot F_z + m_p \cdot L \cdot g \cdot \sin \varepsilon \quad (3.38)$$

$$F_{os} = 0,5 \cdot 6000 + 9,25 \cdot 34,551 \cdot 9,81 \cdot \sin 10$$

$$\underline{\underline{F_{os} = 3544,2 \text{ N}}}$$

$$F_{ns} = 0,5 \cdot F_z + F + m_p \cdot L \cdot g \cdot \sin \varepsilon \quad (3.39)$$

$$F_{ns} = 0,5 \cdot 6000 + 1864,8 \cdot 34,551 \cdot 9,81 \cdot \sin 10$$

$$\underline{\underline{F_{ns} = 4866,4 \text{ N}}}$$

Kontrola měrného tlaku mezi dopravním pásem a bubnem:

$$p = \frac{F_{ns} + F_{os}}{D_b \cdot B} \cdot 10^{-6} \quad (3.40)$$

$$p = \frac{3544,2 + 4866,4}{0,5 \cdot 1} \cdot 10^{-6}$$

$$\underline{\underline{p = 0,000487 \text{ MPa}}}$$

$$p_D = 0,15 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow p < p_D \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}} \quad (3.50)$$

Kontrola dopravního pásu:

$$F_{dov} = \sigma_{dos} \cdot B \geq T_{\max} \quad (3.51)$$

$$F_{dov} = 80 \cdot 1000 = 80000 \text{ N}$$

$$T_{\max} = F_{ns} = 4866,4 \text{ N}$$

$$F_{dov} > T_{\max} \Rightarrow \underline{\underline{DOPRAVNÍ PÁS VYHOVUJE}}$$

3.3 Návrh a výpočet napínání

Pevnostní výpočet napínacích šroubů vratné stanice:

Pro napínání vratní stanice volím dva šrouby **M20x790 třídy pevnosti 4.6 dle ISO 898.**

Tření na závitu $f_z=0,2$

Síla v ose jednoho šroubu je rovna polovině napínací síly $F_o=F_z/2=3000\text{ N}$

Parametry zvolených šroubů:

| | |
|----------------------|------------------------|
| Jmenovitý průměr | $d_1=20\text{ mm}$ |
| Střední průměr | $d_2=17,294\text{ mm}$ |
| Průměr jádra šroubu | $d_3=16,933\text{ mm}$ |
| Úhel stoupání závitu | $\alpha=30^\circ$ |

Tab. 3.9

Statickou bezpečnost volím $k_s=2,5$ z rozsahu $k_s \in (1,5;2,5)$

$$k_s = \frac{R_e}{\frac{F_o}{\pi \left(\frac{d_3}{2} \right)^2}} \leq 2,5 \quad (2.51)$$

$$k_s = \frac{240}{\frac{3000}{\pi \left(\frac{16,933}{2} \right)^2}} = 18$$

$$\underline{\underline{18 > 2,5 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}}$$

Výpočet potřebného utahovacího momentu napínacího zařízení pásu:

$$M_u = M_{tz} + M_{tm} \quad (2.52)$$

$$M_u = 7257,5 + 5737,5$$

$$\underline{\underline{M_u = 12995 \text{ Nmm}}}$$

$$M_{tz} = F_o \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \phi') \cdot \frac{d_2}{2} \quad (2.53)$$

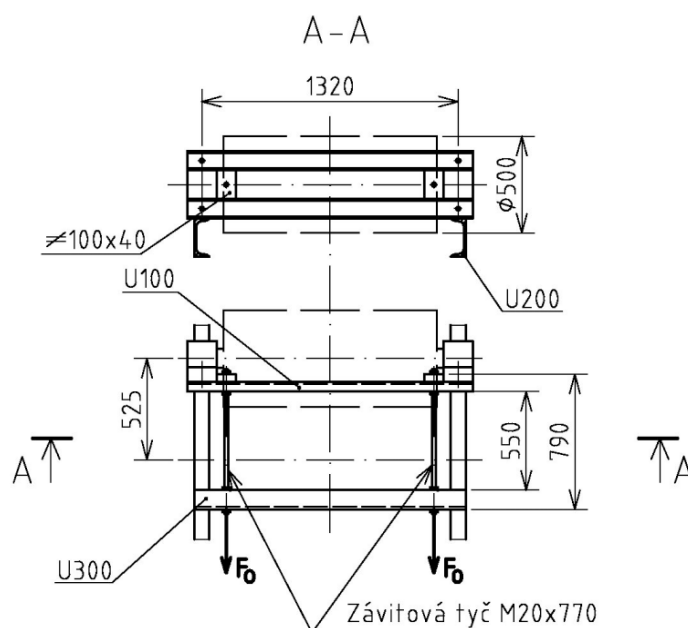
$$M_{tz} = 3000 \cdot \operatorname{tg}(2,63 + 13) \cdot \frac{17,294}{2}$$

$$M_{tz} = 7257,5 \text{ Nmm}$$

$$M_{tm} = \frac{1}{2} F_o \cdot d_m \cdot f_m = \frac{1}{2} F_o \cdot \frac{(s + d_o)}{2} \cdot f_m \quad (2.54)$$

$$M_{tm} = \frac{1}{2} 3000 \cdot \frac{(30 + 21)}{2} \cdot 0,15$$

$$M_{tm} = 5737,5 \text{ Nmm}$$



Obr. 3.6 Napínání vratného bubnu

Z výpočtu vyplývá, že oba šrouby pro napínání vratné stanice je nutno dotáhnout momentovým klíčem na hodnotu $M_u=12995 \text{ Nmm}$, z důvodu zajištění napínací síly $F=6000 \text{ N}$.

3.4 Výpočet podle graficko-početní metody

Vstupní hodnoty výpočtu:

Měrná hmotnost rotujících částí spodních válečků $m_{rvs}=4,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$

Měrná hmotnost rotujících částí horních válečků $m_{rvh}=25,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$

Měrná hmotnost dopravovaného materiálu $m_Q=1,85 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$

Měrná hmotnost dopravního pásu $m_p=9,25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$

Šířka pásu $B=1000 \text{ mm}$

Dovolené napětí v pásu $\sigma_{dov}=80 \text{ MPa}$

Měrný odpor dopravníku $w=0,027$

Odpor v ohybu pásu na bubnu a v ložiskách bubnu $F_B=1000 \text{ N}$

Odpor čističe pásu $F_C=300 \text{ N}$

Výpočet tahů v kritických místech pásového dopravníku:

$$\underline{T_0 = F_0} \quad (3.52)$$

$$T_1 = F_0 + (m_p + m_{rvs}) \cdot L \cdot g \cdot w \cdot \cos \varepsilon - m_p \cdot L \cdot g \cdot \sin \varepsilon$$

$$T_1 = F_0 + (9,25 + 4,2) \cdot 34,551 \cdot 9,81 \cdot 0,027 \cdot \cos 10 - 9,25 \cdot 34,551 \cdot 9,81 \cdot \sin 10$$

$$\underline{T_1 = F_0 - 423,2 \text{ N}}$$

$$T_2 = F_0 - 423,2 + F_B \quad (3.53)$$

$$T_2 = F_0 - 423,2 + 1000$$

$$\underline{T_2 = F_0 + 576,8 \text{ N}}$$

$$T_3 = F_0 + 576,8 + (m_p + m_{rvh} + m_Q) \cdot L \cdot g \cdot w \cdot \cos \varepsilon + (m_p + m_Q) \cdot L \cdot g \cdot \sin \varepsilon \quad (3.54)$$

$$T_3 = F_0 + 576,8 + (9,25 + 25,5 + 1,85) \cdot 34,551 \cdot 9,81 \cdot 0,027 \cdot \cos 10 + (9,25 + 1,85) \cdot 34,551 \cdot 9,81 \cdot \sin 10$$

$$\underline{T_3 = F_0 + 1560 \text{ N}}$$

$$F = F_N - F_0 = F_0 + 1560 - F_0 \quad (3.55)$$

$$\underline{\underline{F = 1560 \, N}}$$

Potřebný výkon poháněcí stanice:

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta} \quad (3.56)$$

$$P = \frac{1560 \cdot 0,6}{0,9}$$

$$\underline{\underline{P = 1040 \, W = 1,04 \, kW}}$$

Určení síly F_0 z podmínek:

Volím: $k_s = 1,3$

$$\mu = 0,3$$

$$\alpha'_g = 180^\circ \Rightarrow \alpha_g = \pi$$

$$y_{max} = 0,01 \text{ - dle ČSN ISO 5048 z rozmezí } y_{max} = (0,005; 0,02)$$

Přenos tažné síly třením:

$$F_{01} \geq \frac{F \cdot k_s}{e^{\alpha_g \mu} - 1} \quad (3.57)$$

$$F_{01} \geq \frac{1560 \cdot 1,3}{e^{0,33,14} - 1}$$

$$F_{01} = 1296 \, N$$

Dovolený průběh horní větve:

$$T_{\min H} = \frac{(m_p + m_Q) \cdot g \cdot t_1}{8 \cdot y_{\max}} \quad (3.58)$$

$$T_{\min H} = \frac{(9,25 + 1,85) \cdot 9,81 \cdot 1}{8 \cdot 0,01}$$

$$T_{\min H} = 1361,1 \, N \leq F_{02} + 576,8 \, N$$

$$\Downarrow$$

$$\underline{\underline{F_{02} = 784,3 \, N}}$$

Dovolený průběh dolní větve:

$$T_{\min S} = \frac{m_p \cdot g \cdot t_2}{8 \cdot y_{\max}} \quad (3.59)$$

$$T_{\min S} = \frac{9,25 \cdot 9,81 \cdot 3}{8 \cdot 0,0133}$$

$$T_{\min S} = 2552 \text{ N} \leq F_{03} - 423,2 \text{ N}$$

⇓

$$\underline{\underline{F_{03} = 2975,2 \text{ N}}}$$

Z těchto tří podmínek volím sílu **$F_o=3000 \text{ N}$**

Přepočet tahů:

$$T_o = F_o = \underline{3000 \text{ N}}$$

$$T_1 = F_o - 423 \text{ N} = \underline{2576 \text{ N}}$$

$$T_2 = F_o + 576,8 \text{ N} = \underline{3576,8 \text{ N}}$$

$$T_3 = F_o + 1560 \text{ N} = \underline{4560 \text{ N}}$$

Kontrola pásu:

$$T_{\max} = T_3 \leq \sigma_{dov} \cdot B \quad (3.60)$$

$$4560 \leq 80 \cdot 1000$$

$$\underline{\underline{4560 \text{ N} < 80000 \text{ N}}} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Porovnání hodnot vypočtených dle normy ČSN ISO 5048 a graficko-početní metody:

Výpočet pomocí normy ČSN ISO 5048

Nabíhající síla na hnací buben

$$F_N = 4864,8 \text{ N}$$

Odbíhající síla z hnaného bubnu

$$F_o = 3000 \text{ N}$$

Celková síla

$$F = 1864,8 \text{ N}$$

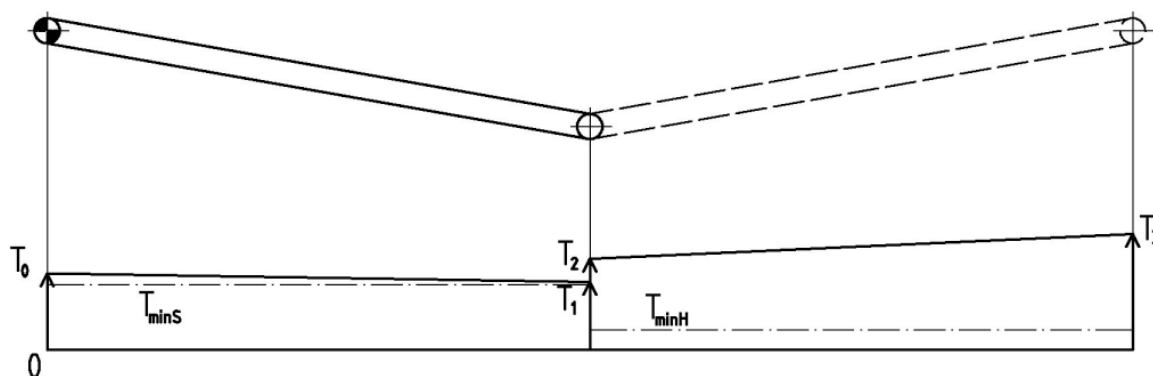
Příkon pásového dopravníku

$$P = 1,44 \text{ kW}$$

Výpočet pomocí graficko-početní metody

| | |
|---------------------------------|---------------------|
| Nabíhající síla na hnací buben | $F_N=4560\text{ N}$ |
| Odbíhající síla z hnaného bubnu | $F_O=3000\text{ N}$ |
| Celková síla | $F=1560\text{ N}$ |
| Příkon pásového dopravníku | $P=1,044\text{ kW}$ |

Jistý rozdíl ve výpočtech je u potřebného příkonu pásového dopravníků, který je dán především potřebnou obvodovou silou na poháněcím bubnu F . Zvolený motor má, s ohledem na požadavky zadavatele, výkon 4 kW.



Obr. 3.7 Vykreslení tahů

3.5 Volba dávkovacího zařízení

Volím pásovou váhu firmy **Schenck typ MTD 1027 Block**

Parametry pásové váhy:

Dopravní množství 0,5 až 5 t/h

Velikost zrna 0 až 30 mm

Vlhkost materiálu max. 15%

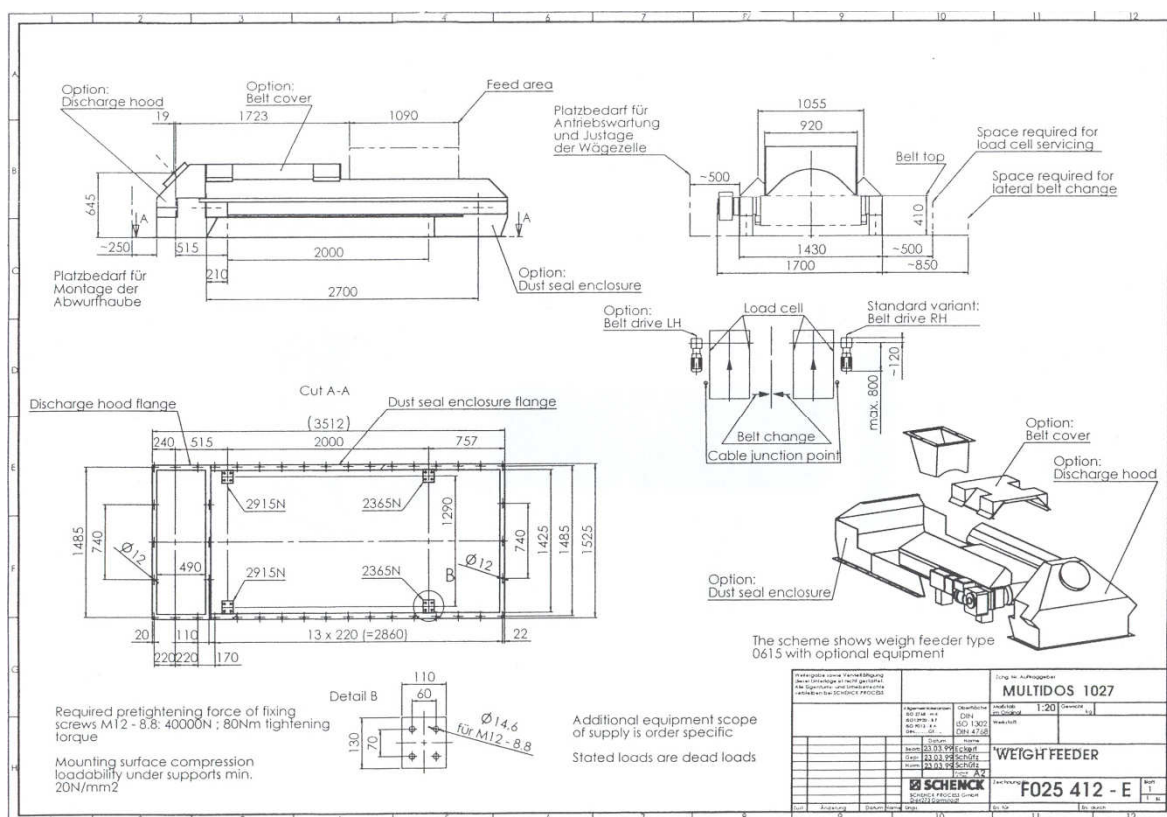
Šířka pásu 1000 mm

Osová vzdálenost bubnů 2700 mm

Hmotnost 900 kg



Obr. 3.8 Schenck



Obr. 3.9 Pásová váha Schenck typ MTD 1027 Block [14]

3.6 Konstrukční návrh dopravní trasy

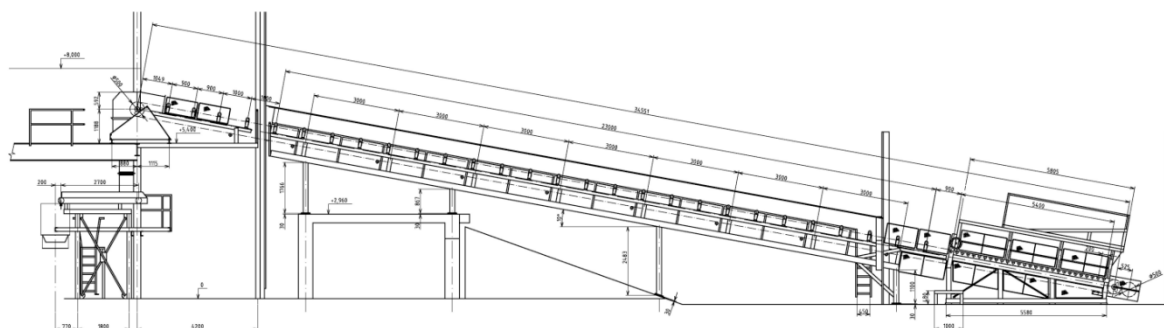
Válečková stolice dopravní trasy je použita z původního dopravníku, taktéž poháněcí a vratná stanice. Napínání pásu je řešeno pomocí šroubů, které odsouvají vratný buben. Vzdálenost, o kterou jde posunout vratný buben, je 525 mm. Dopravník je skloněn pod úhlem 10 stupňů. Převýšení dopravníku je 6,18 metru. Násypka s vratnou stanicí je umístěna v hale sádrovce, poháněcí stanice společně s pásovou váhou v budově cementárny. Mezi halou sádrovce a budovou cementárny je dopravník, na trase dlouhé 21,5, veden venkem. Jeho zabezpečení před povětrnostními vlivy je zajištěno pomocí obloukového krytu pro pásové dopravníky Achenbach Standard R675, který je vyroben z nerezového plechu. Násypku bylo potřeba upravit pro novou dopravní trasu, její stěny jsou vyloženy plastovými deskami o tloušťce 5 mm. Tak jako samotný dopravník je skloněna pod úhlem 10 stupňů.



Obr. 3.10 Kryt Achenbach

4 Cenový odhad rekonstrukce

Rekonstrukce byla provedena s co možná největším počtem dílů z původní dopravní trasy energosádrovce. Byla změněna konstrukce dopravníku, na níž je dopravník uložen. Díky zvednutí dopravníku z tunelu, jej bylo potřeba zabezpečit před povětrnostními vlivy. Cena materiálu a práce na rekonstrukci je odhadnuta na 800.000 Kč.



Obr. 4.1 Bokorys dopravní trasy

5 Závěr

Výsledkem této práce je vyřešení problematické dopravy energosádrovce s použitím pásových dopravníků. Doprava je řešena jako úklonná pod úhlem 10° na délce 34,551 metrů. Konstrukce dopravníku bude zčásti uložena na původním betonovém tunelu, ve kterém je uložena stávající dopravní trasa. Toto řešení je výhodné ze dvou důvodů. A sice, že není potřeba tunel bourat a poslouží jako pevný podklad pro ukotvení nové dopravní trasy. Je zachována stávající poháněcí a vratná stanice, jsou použity stávající válečkové stolice a dávkovací zařízení. Úprava násypky je minimální. Došlo k jejímu nadzvednutí a pootočení o úhel stoupání dopravníku a sice o 10° . Její stěny jsou nově vyloženy plastovými deskami o síle 5 mm. Napínání vratné stanice je řešeno pomocí dvou šroubových tyčí M20, toto řešení je s ohledem na malý dopravní výkon, pouze 4 t/h, dostačující. Pro provoz tohoto dopravníku by postačoval pohon o výkonu 1,5 kW, na přání zadavatele je použito původního pohonu o výkonu 4 kW. Při zvoleném pohonu a dopravní trase s šířkou pásu 1000 mm, je dopravní trasa kapacitně využita pouze z 10,16%. Zadavatel však do budoucna uvažuje s využitím dopravní trasy energosádrovce, také pro dopravu strusky. Při řešení diplomové práce jsem provedl několik měření dopravovaného energosádrovce. A sice měření granulometrie, sypné hmotnosti, úhlu vnějšího a vnitřního tření. Sypná hmotnost klasického sádrovce se pohybuje kolem $850 - 1200 \text{ kg/m}^3$, kdežto dopravovaný energosádrovec má sypnou hmotnost 530 kg/m^3 . Tento rozdíl je dán jeho nakypřivostí a vlhkostí. Střední rozměr zrna se pohybuje kolem $60 \mu\text{m}$, což je v mezích tabulkových hodnot pro sádrovec.

Za pomoc při konzultacích děkuji vedoucímu diplomové práce panu Ing. Jaroslavu Kryštofovi.

6 Seznam použitých pramenů

- [1] ČSN ISO 5048 Zařízení pro plynulou dopravu nákladů. Pásové dopravníky s nosnými válečky. Výpočet výkonu a tahových sil
- [2] ČSN EN 620 Kontinuální manipulační zařízení a systémy - Požadavky na bezpečnost a elektromagnetickou kompatibilitu na pevné pásové dopravníky pro sypký materiál
- [3] Leinveber, J. – Vávra P.: *Strojnické tabulky*. ALBRA Praha, 2005.
- [4] Jasaň, V.: *Teória a stavba dopravníkov*. TU Košice, Alfa Bratislava, 1984.
- [5] Polák, J., Bailotti, K., Pavliska, J., Hrabovský, L.: *Dopravní a manipulační zařízení II*. Ostrava, skripta VŠB–TU Ostrava, 2003.
- [6] Zegzulka, J.: *Mechanika sypkých hmot*. Ostrava, VŠB-TU Ostrava, 2004.
- [7] Feise, H., Zegzulka, J.: *Smykové zkoušky partikulárních hmot*. Ostrava, VŠB-TU Ostrava, 2006.
- [8] Kaláb, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře I*. Ostrava, ediční středisko, skripta VŠB-TU Ostrava, 2008.
- [9] www.ostroj.cz
- [10] www.burtex.cz
- [11] www.duba-dp.cz
- [12] www.jakos.cz
- [13] www.heinnlich.cz
- [14] www.schenck.cz
- [15] www.lenze.cz
- [16] www.maps.google.cz

7 Přílohy

- 1) Sestavný výkres: Dopravní trasa energosádrovce
- 2) CD s PDF-dokumentem: Diplomová práce

SZT041-ID-DP-00